

MATERIAL WITH TITANIUM DIOXIDE CRYSTAL ORIENTED FILM

Patent Number: JP2000070709
Publication date: 2000-03-07
Inventor(s): SAITO HIDETOSHI
Applicant(s): KOSEI KK.; SAITO HIDETOSHI
Requested Patent: ☐ JP2000070709
Application Number: JP19980259158 19980831
Priority Number(s):
IPC Classification: B01J21/06; B01J35/02; C04B41/87; C23C16/40
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a material exhibiting superior photocatalytic activity, having superior characteristics such as antibacterial action, antifouling action, ultra- hydrophilic action, deodorizing action and oil decomposition action and usable in various uses.

SOLUTION: A titanium dioxide crystal oriented film is formed by atmospheric pressure opening type CVD on the surface of a substrate having many minute open holes and on the entire insides of the open holes. The substrate is preferably a reticular body having 0.01-3.0 mm opening at 3-50% opening rate or a plate-shaped body having through holes of 0.01-3.0 mm diameter 3-50% opening rate.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-70709
(P2000-70709A)

(43)公開日 平成12年3月7日(2000.3.7)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テロド(参考)
B 0 1 J 21/06		B 0 1 J 21/06	Z 4 G 0 6 9
	35/02		J 4 K 0 3 0
C 0 4 B 41/87		C 0 4 B 41/87	G
C 2 3 C 16/40		C 2 3 C 16/40	

審査請求 未請求 請求項の数12 F D (全 10 頁)

(21)出願番号 特願平10-259158
(22)出願日 平成10年8月31日(1998.8.31)

(71)出願人 595051278
恒成株式会社
新潟県燕市大字小池4929番地
(71)出願人 596148054
斎藤 秀俊
新潟県長岡市深沢町1769番地1
(72)発明者 斎藤 秀俊
新潟県長岡市深沢町1769番地1
(74)代理人 100102299
弁理士 芳村 武彦

最終頁に続く

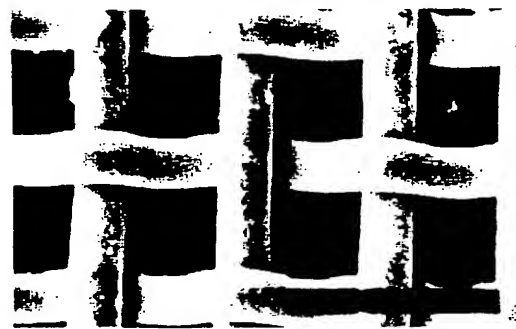
(54)【発明の名称】 二酸化チタン結晶配向膜を有する材料

(57)【要約】

【課題】優れた光触媒活性を示し、抗菌作用、防汚作用、超親水性作用、防臭作用、油分解作用等の優れた特性を有し、幅広い用途に使用される材料を提供する。

【解決手段】大気圧開放型CVD法により、多数の微細な開孔を有する基材表面及び開孔の内側部全面に、二酸化チタン結晶配向膜を形成する。

図面代用写真



【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数の微細な開孔を有する基材表面に二酸化チタン結晶配向膜を形成した材料。

【請求項2】 目開きが0.01～3.0mm、開孔率が3～50%である網状体を基材とすることを特徴とする請求項1に記載の材料。

【請求項3】 孔径が0.01～3.0mm、開孔率が3～50%である貫通孔を有する板状体を基材とすることを特徴とする請求項1に記載の材料。

【請求項4】 開孔の内側部全面に二酸化チタン結晶配向膜を形成したことを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の材料。

【請求項5】 二酸化チタン結晶配向膜が結晶表面と垂直方向に(001)、(100)、(211)、(101)及び(110)からなる結晶面から選択された方向に配向されたものであることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の材料。

【請求項6】 二酸化チタン結晶配向膜の厚さが0.1μm以上であることを特徴とする請求項1～5のいずれか1項に記載の材料。

【請求項7】 二酸化チタン結晶配向膜を形成する結晶の粒径が0.01～1μmであり、粒径分布が実質的に平均値±100%であることを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の材料。

【請求項8】 二酸化チタン結晶配向膜が光触媒活性を有することを特徴とする請求項1～7のいずれか1項に記載の材料。

【請求項9】 二酸化チタン結晶配向膜が大気圧開放型CVD法により形成されたものであることを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の材料。

【請求項10】 基材が金属、ガラス、陶磁器、セラミックス、炭素又はプラスチックから選ばれたものであることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の材料。

【請求項11】 請求項1～10のいずれか1項に記載した材料により構成された多層構造体。

【請求項12】 請求項11に記載された多層構造体からなるフィルター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、金属、ガラス、陶磁器、セラミックス、炭素やプラスチック等の各種材料からなり多数の微細な開孔を有する基材の表面に、二酸化チタンからなる結晶配向膜を形成した材料に関する。本発明の二酸化チタン結晶配向膜を有する材料は、光触媒活性を示し、抗菌作用、防汚作用、超親水性作用、防臭作用、油分解作用等の優れた特性を有し、調理器具、食器、冷蔵庫等の厨房用品、医療用器具、トイレや洗面所用材料、各種フィルター、空調機器、電子部品、建築材料、道路関連資材等に広く用いられるものである。

【0002】

【従来の技術】二酸化チタン薄膜が光触媒反応による種々の機能を持つことは従来から知られており、金属材料、半導体素子、プラスチック材料等の各種基材表面に二酸化チタン薄膜を形成して反射防止材料、センサー材料、絶縁材料等として用いることも公知である。本発明者らは、先に、加熱した各種基材表面に大気圧開放下で気化させたチタンアルコキシドを担体となる不活性ガスとともに吹きつけることによって、光触媒活性に優れた二酸化チタン結晶配向膜を有する材料が効率よく得られることを見出し、提案した。(特開平10-152396号公報)

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明者らは、一段と光触媒活性が優れた材料を得るために鋭意検討した結果、基材として多数の微細な開孔を有する基材表面に二酸化チタン結晶配向膜を形成した材料がきわめて優れた光触媒活性を示すことを見出し、本発明を完成したものである。すなわち、本発明は、きわめて優れた光触媒活性を示し、抗菌作用、防汚作用、超親水性作用、防臭作用、油分解作用等の優れた特性を有し、幅広い用途に使用される材料を提供することを目的とするものである。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明では、上記課題を解決するために次のような構成をとる。

1. 多数の微細な開孔を有する基材表面に二酸化チタン結晶配向膜を形成した材料。

2. 目開きが0.01～3.0mm、開孔率が3～50%である網状体を基材とすることを特徴とする1に記載の材料。

3. 孔径が0.01～3.0mm、開孔率が3～50%である貫通孔を有する板状体を基材とすることを特徴とする1に記載の材料。

4. 開孔の内側部全面に二酸化チタン結晶配向膜を形成したことを特徴とする1～3のいずれか1項に記載の材料。

5. 二酸化チタン結晶配向膜が結晶表面と垂直方向に(001)、(100)、(211)、(101)及び(110)からなる結晶面から選択された方向に配向されたものであることを特徴とする1～4のいずれか1項に記載の材料。

6. 二酸化チタン結晶配向膜の厚さが0.1μm以上であることを特徴とする1～5のいずれか1項に記載の材料。

7. 二酸化チタン結晶配向膜を形成する結晶の粒径が0.01～1μmであり、粒径分布が実質的に平均値±100%であることを特徴とする1～6のいずれか1項に記載の材料。

8. 二酸化チタン結晶配向膜が光触媒活性を有することを特徴とする1～7のいずれか1項に記載の材料。

9. 二酸化チタン結晶配向膜が大気圧開放型CVD法により形成されたものであることを特徴とする1~8のいずれか1項に記載の材料。

10. 基材が金属、ガラス、陶磁器、セラミックス、炭素又はプラスチックから選ばれたものであることを特徴とする1~9のいずれか1項に記載の材料。

11. 1~10のいずれか1項に記載した材料により構成された多層構造体。

12. 11に記載された多層構造体からなるフィルタ。

【0005】

【発明の実施の形態】本発明では、二酸化チタン結晶配向膜を形成する基材として多数の微細な開孔を有する基材を使用する。本発明において、微細な開孔とは、目開き（網目を構成する隣り合う線材間の距離）が0.01~3.0mmである網目、又は孔径が0.01~3.0mmである貫通孔を意味する。このような基材としては、（1）各種材料により構成された網状体、（2）各種材料からなる板状体に機械加工や電子ビーム等により貫通孔を設けたものや（3）スチールウール等の細径の繊維を編織せずに重ね合わせて接合した多層構造体等が挙げられる。基材となる網状体としては、例えば金属繊維、ガラス繊維、炭素繊維等の無機繊維や耐熱性プラスチック繊維等により構成された網状体が挙げられる。網状体はこれらの繊維を平織り、綾織り等により織って構成することができ、またこれらの繊維を織らずに重ね合わせ必要に応じて固着して構成することもできる。好ましい網状体としては、ステンレス線、スチール線等の金属線を織って得られる金網が挙げられる。金網を構成する金属の線径としては約0.01~3.0mm、好ましくは約0.02~1.0mmのものが用いられる。また金網の目開きは約0.01~3.0mm、好ましくは約0.02~1.5mmで、開孔率は3~50%、好ましくは10~40%のものが用いられる。

【0006】また、基材となる貫通孔を有する板状体を構成する材料としては特に制限はなく、金属、陶磁器、セラミックス、プラスチック等の微細な貫通孔を形成することのできる材料はいずれも使用することができるが、孔明け加工性や成形加工性等の点で鋼、ステンレス鋼、アルミニウム、各種合金等の金属を使用することが好ましい。板状体に形成する貫通孔の形状には制限はなく、真円、楕円、長孔、角孔等任意の形状とすることができる。本発明における孔径としては、楕円や長孔、角孔等の真円以外のものにおいては、短軸方向の径を意味する。孔の配列状態は並列、千鳥状等任意であり、また基材表面に対して垂直に孔を明けたもののほかに基材表面に対して斜めに孔を明けたものとしてもよい。貫通孔の好ましい孔径は0.05~1.5mm、特に好ましくは0.1~1.0mmである。孔径が小さすぎる場合には、基材表面に二酸化チタン結晶配向膜を形成する際に

孔が二酸化チタンでふさがれることがあり、一方、孔径が大きすぎる場合には、基材の開孔の内側部を含めた全表面が相対的に小さくなるので、材料に十分な光触媒活性を付与することが困難となる。板状の基材に貫通孔を形成する方法には制限はなく、パンチング等の機械加工や電子ビームによる孔明け等公知の方法を使用することができる。

【0007】本発明の材料を構成する基材の形状には特に制限はなく、平板状、円筒状、半球状、円錐台状、トレイ状等任意のものとして形成することができる。本発明の材料は、あらかじめ所望の形状に成形した基材表面に二酸化チタン結晶配向膜を形成することによって製造することができ、また、平板状の基材表面に二酸化チタン結晶配向膜を形成した後に、基材を所望の形状に成形することによって製造することもできる。さらに、繊維状の基材に二酸化チタン結晶配向膜を形成した後に、この繊維を網状体等所望の形状に成形してもよい。また、本発明の材料は、各種形状の二酸化チタン結晶配向膜を有する基材を複数使用し、多層構造体とすることもできる。このような多層構造体では、光触媒活性を有する二酸化チタン結晶配向膜の表面積が増大するので、例えば空気、水、飲食物のフィルター等の用途に使用する際の浄化能力が著しく増大する。

【0008】本発明の材料は、材料を使用する技術分野や目的、用途等に応じて基材の種類や寸法、形状等を適宜選択することができる。例えば、柔軟で成形加工性を必要とする場合には、網状体を基材とする材料を使用することができる。また、強度や剛性を必要とする場合には、適当な厚さを有する板状体に貫通孔を形成した基材から得られる材料を使用することができる。さらに、網状体を基材とする柔軟性を有する材料と、貫通孔を有する剛性のある板状体を基材とする材料を組み合わせ使用してもよい。

【0009】本発明の二酸化チタン結晶配向膜とは、二酸化チタンの単結晶からなる配向膜ならびに多結晶からなる配向膜を意味する。ここで、単結晶配向膜とは、材料学の分野で通常用いられるように、配向膜全体が単一の結晶で構成されたものだけではなく、配向膜が三次元方向の結晶方位が一致する多数の結晶により構成されたものをも包含するものである。上記本発明の特定方向に配向された二酸化チタン結晶配向膜を有する材料は、気化させたチタンアルコキシド（原料錯体）を担体となる不活性ガスとともに、大気圧開放下で加熱された基材表面に吹き付けることによって、効率よく製造することができる。

【0010】二酸化チタン結晶配向膜を形成する原料としては、一般式 $Ti(OR)_4$ で表されるチタンアルコキシドを使用する。（式中、Rは炭素数2~10のアルキル基を表す。）

これらのチタンアルコキシドの中では、 $Ti(OC_2H$

10

20

30

40

50

5) 4 (以下、「TTE」と略記する)、 $Ti(O-i-C_3H_7)_4$ (以下、「TTIP」と略記する)、 $Ti(O-n-C_4H_9)_4$ (以下、「TTNB」と略記する) が好ましく、中でもTTIPは二酸化チタンの堆積速度が速く、得られる配向膜の結晶構造の制御も容易であることから、特に好ましい原料である。

【0011】本発明では、上記原料錯体を気化器で気化し、担体となる不活性ガスとともに、大気圧開放下で加熱された基材表面に吹き付け、基材表面に二酸化チタンの結晶配向膜を形成する。担体となる不活性ガスとしては、特に制限はなく、窒素、ヘリウム、アルゴン等通常用いられる不活性ガスはいずれも使用可能であるが、経済性等の点で窒素ガスを使用することが好ましく、中でも液体窒素を通して水分を除去した窒素ガスを使用することが特に好ましい。原料錯体の気化温度は、原料の種類に応じて調整するが、例えばTTE、TTIP、TTNBの場合には、70~150℃とすることが好ましい。

【0012】不活性ガス担体により運ばれた原料錯体を、大気圧開放下で加熱された基体表面に吹き付けるにあたっては、スリット型のノズルから移動する基材表面に吹き付けることによって、網状、平板状、円筒状、半球状、円錐台状、あるいは皿、トレー等種々の形状にあらかじめ成形した基材表面に、連続的に二酸化チタンの結晶配向膜を形成することが可能となる。二酸化チタンを含む塗料を使用し、塗布や浸漬等により二酸化チタン被膜を基材表面に形成する従来の技術では、基材として多数の微細な開孔を有する基材を使用した場合、被膜形成時に開孔内部が二酸化チタン粒子によってふさがれ、貫通した開孔を有する材料を得ることは困難であった。また貫通した開孔が得られる場合でも開孔の内側部全面に二酸化チタン被膜を形成することはできず、開孔の内側部が部分的に二酸化チタン被膜で覆われたものが得られるのみであった。本発明では、溶媒等を使用しない大気圧開放型CVD法を採用することによって、基材の微細な開孔の内側部全面に二酸化チタン結晶配向膜が形成され、しかも貫通した開孔を有する材料を製造することがはじめて可能となった。また、原料の気化温度や供給量、担体ガスの流量、基材温度等をそれぞれ調整することによって、得られる結晶配向膜の結晶構造を制御し、結晶配向膜の配向方向、膜の厚さ、結晶の粒径や粒径分布を所望のものに調整することが可能である。

【0013】本発明では、基材表面に形成する二酸化チタン結晶配向膜を、結晶表面と垂直方向に(001)、(100)、(211)、(101)及び(110)からなる結晶面から選択された方向に配向されたものとするのが好ましい。これらの特定方向に配向された二酸化チタン結晶配向膜は、光、特に紫外線を照射した際に、次のような種々の光触媒作用を発揮する。

(1) 顕著な抗菌作用(制菌作用及び滅菌作用)を有す

るとともに、死滅した菌や毒素等の菌の産生物を分解することができるので、汚れを防止し持続性のある抗菌作用を発揮する。

(2) 汚れの付着を防止するとともに、付着した汚れを分解し、自然に降る雨や水洗により簡単に除去して表面の光沢を維持する。

(3) 臭いの元となる物質を分解し、脱臭、消臭作用を有する。

(4) 紫外線照射により水との接触角が減少して0度に近くなり、水を弾かなくなる。したがって、表面に水滴が形成されず一様な水膜となり、曇りを防止することができる。

(5) 空気中の窒素酸化物(NO_x)や硫黄酸化物(SO_x)を分解し、空気を浄化する。

(6) 有機ハロゲン化合物や油分等の水中の汚染物質や飲食物中の汚染物質を分解し、水や飲食物を浄化する。

(7) 適当な色素と組み合わせることによって、太陽エネルギーを電気に変換する。

したがって、これら特定方向に配向された二酸化チタン結晶配向膜を表面に有する材料は、上記の特性を生かして医療器具、食器、調理用具、冷蔵庫、冷蔵庫車、洗面所や台所用品、内装材、外装材ほか各種の建築材料、照明器材、道路関連資材、エアコンのフィルター、水や飲食物処理用フィルター、コンデンサーやICチップ等の電子部品、太陽光発電装置等の材料として、巾広く使用することができるものである。

【0014】本発明の材料では、多数の微細な開孔を有する基材を使用して、開孔の内側部全面にも二酸化チタン結晶配向膜を形成し、しかもこの開孔が貫通していることによって、単に基材表面に二酸化チタン結晶配向膜を形成した材料に比較して、光触媒活性を有する二酸化チタン結晶配向膜の全表面積が大巾に増大し、したがって得られる光触媒活性も著しく増大する。特に、本発明の材料を複数使用し、必要に応じてスパーサー等を介在させて多層構造体を形成した場合には、光触媒活性を有する二酸化チタン結晶配向膜の全表面積が飛躍的に増大するので、得られる光触媒作用も一段と向上する。なかでも網状体を基材とする材料から構成した多層構造体は、柔軟性、成形加工性等をも兼備するので、例えば各種のフィルターとして空気や排気ガスの浄化、水の浄化やビール、ジュース等の飲食物のろ過等の用途に特に有用である。

【0015】本発明で、上記の特定方向に配向された結晶配向膜は、ある1つの方向のみに配向された二酸化チタン結晶により構成されていても、2つ以上の方向に配向された二酸化チタン結晶により構成されていても、同様の効果を奏するものである。本発明によれば、基材表面に形成する結晶配向膜の膜厚は、所望のものとしてすることができるが、膜厚を0.1 μm 以上とすることによって基材に抗菌性をはじめとする種々の特性を付与するこ

とができるので、通常は $0.1 \sim 10 \mu\text{m}$ 、好ましくは $0.2 \sim 2.0 \mu\text{m}$ とする。また、配向膜を形成する結晶の粒径は、可視光線及び紫外線の波長と同程度とした場合に顕著な抗菌性等の光触媒活性が得られ、特に、粒径分布のそろった結晶配向膜とした場合にはその効果が著しい。したがって、結晶粒径として、 $0.01 \sim 1 \mu\text{m}$ 、粒径分布が実質的に平均値 $\pm 100\%$ である結晶配向膜とすることが好ましく、粒径分布が平均値 $\pm 50\%$ である結晶配向膜とすることが特に好ましい。本発明における結晶の粒径分布は、材料学の分野での常法に従い、つぎのようにして算出する。すなわち、図8にみられるように、横軸に配向膜を構成する各結晶の粒径（最大直径）、縦軸に結晶の個数をとって描いたヒストグラムにおいて、縦軸の最大値 Y_1 の 50% 以上のものを対象として（図8の斜線部）、結晶粒径の平均値及び粒径分布を算出するものである。

【0016】また、他の好ましい材料としては、二酸化チタンの結晶配向膜が網目構造を有するものが挙げられる。これらの材料としては、必要に応じて基材表面に二酸化チタンの結晶配向膜形成後に、酸素雰囲気下でアニーリング処理を施したものを使用することができる。本発明で、結晶配向膜が網目構造を有するとは、針状の結晶が交差した状態のものや、ハニカム状に配列した状態のものを意味する。そして、酸素雰囲気下でアニーリング処理をするとは、二酸化チタンからなる結晶配向膜を大気圧下、電気炉を用いて酸素気流中で $300^\circ\text{C} \sim 600^\circ\text{C}$ の任意の温度で数時間加熱することを意味する。

【0017】本発明では、二酸化チタンからなる結晶配向膜の表面に、さらに銀、銅あるいはそれらの酸化物の皮膜を形成することができ、その場合には、抗菌性が一段と改善された材料を得ることができる。二酸化チタン結晶配向膜の表面に、銀、銅あるいはそれらの酸化物の皮膜を形成するには、上記方法によって二酸化チタン結晶配向膜を形成した後に、必要により所望の形状に切断又は成形し、コーティング法、浸漬法、スパッタリング法、熱CVD法等の通常の方法により、銀、銅あるいはそれらの酸化物の皮膜を形成すればよい。銀又は銅の皮膜を形成するにはスパッタリング法を、またそれらの酸化物の皮膜を形成するには本発明と同様の方法を使用することが好ましい。これらの皮膜は必ずしも開孔の内側部にまで形成する必要はなく、基材の表面及び／又は裏面にのみ設けるようにしてもよい。

【0018】

【実施例】つぎに、本発明を実施例により説明するが、本発明がこれらの実施例により限定されるものではないことは言うまでもない。なお、以下の実施例では、特開平10-152396号公報に記載された装置と同様の装置を使用して基材表面に二酸化チタン結晶配向膜を形成した。

【0019】（実施例1）原料錯体としてTTIPを用

い、原料気化温度 120°C 、窒素ガス流量 $1.5 \text{ dm}^3/\text{min}$ でTTIPを気化させた。基材として、線径 0.1 mm のステンレス線からなる 100 メッシュの金網（目開き 0.154 mm 、開孔率 35% ）を使用し、高温ゾーンの温度 400°C に設置した加熱炉中に、 111.75 m/min の速度で供給し、巾 1.0 mm のスリットを有するスリット型ノズルから上記原料ガス混合物を吹き付け、基材表面に膜厚 $1.0 \mu\text{m}$ の二酸化チタン多結晶配向膜を形成させた。得られた二酸化チタン多結晶配向膜の状態を、走査型電子顕微鏡（以下、「SEM」と略記する）及びX線回折により観察したところ、多結晶配向膜はアナターゼ構造を持ち、膜を形成する結晶表面と垂直方向に（ 001 ）面に配向されたものであった。また、結晶の粒径は $0.01 \sim 0.5 \mu\text{m}$ で、粒径分布は $0.25 \pm 0.25 \mu\text{m}$ であった。この多結晶配向膜の表面のSEM写真を図1（倍率 150 倍）及び図2（倍率 35000 倍）に示す。この多結晶配向膜は図1にみられるように、金網を構成するステンレス線の全周囲にわたって均一に形成されている。また、図2から、この多結晶配向膜が網目構造を有することがわかる。

【0020】（実施例2）基材として、線径 0.025 mm のステンレス線からなる 500 メッシュの金網（目開き 0.026 mm 、開孔率 26% ）を使用したほかは、実施例1と同様にして基材表面に膜厚 $1.0 \mu\text{m}$ の二酸化チタン多結晶配向膜を形成させた。得られた多結晶配向膜はアナターゼ構造を持ち、膜を形成する結晶表面と垂直方向に（ 001 ）面に配向されたものであった。また、結晶の粒径分布は $0.25 \pm 0.25 \mu\text{m}$ であった。この多結晶配向膜の表面のSEM写真を図3（倍率 150 倍）及び図4（倍率 5000 倍）に示す。この多結晶配向膜は図3にみられるように、金網を構成するステンレス線の全周囲にわたって均一に形成されている。

【0021】（実施例3）基材として、厚さ 1 mm のステンレス板に電子ビームにより貫通孔を形成したもの（孔径 0.1 mm 、開孔率 38% ）を使用したほかは、実施例1と同様にして基材表面に膜厚 $1.0 \mu\text{m}$ の二酸化チタン多結晶配向膜を形成させた。得られた多結晶配向膜はアナターゼ構造を持ち、膜を形成する結晶表面と垂直方向に（ 001 ）面に配向されたものであった。また、結晶の粒径分布は $0.25 \pm 0.25 \mu\text{m}$ であった。この多結晶配向膜の表面のSEM写真を図5（倍率 50 倍）、図6（倍率 500 倍）及び図7（倍率 5000 倍）に示す。この多結晶配向膜は図6にみられるように貫通孔の内側部全面に形成されている。また、図7からこの多結晶配向膜が網目構造を有することがわかる。

【0022】（光触媒活性試験）上記各実施例で得られた二酸化チタン結晶配向膜を有する材料の光触媒活性を以下の方法により試験した。油を付着させた指を二酸化

チタン結晶配向膜表面に押しつけて膜表面に油を付着させ、UV灯を100mmの距離により照射し、油の分解過程を目視により観察した。比較の為に、基材として貫通孔を有さない厚さ1mmのステンレス板に、実施例1と同様の条件下で二酸化チタン多結晶配向膜を形成した材料（以下、「比較例」という）を使用して同様の試験を行った。本発明の各実施例及び比較例ともに、油を付着させた直後には指紋の縞模様がはっきり認められるが、UV灯の照射直後から二酸化チタン結晶配向膜の光触媒活性により油の分解が始まり、数秒で指紋跡が消滅するとともに親油性により油の表面積が若干広がった。UV灯の照射を続けると、油の分解が進行し油の表面積は縮小し消滅した。比較例では7日後に油が消滅したが、上記各実施例で得られた多数の微細な開孔を有する材料では、4～5日後に油は消滅した。このことから、本発明の多数の微細な開孔を有する基材表面に二酸化チタン結晶配向膜を形成した材料は、単なる板状の基材に二酸化チタン結晶配向膜を形成した材料と比較して、一段と優れた光触媒活性を有することが判明した。

【0023】

【発明の効果】本発明の材料では、多数の微細な開孔を有する基材を使用して、開孔の内側部全面にも二酸化チタン結晶配向膜を形成し、しかもこの開孔が貫通していることによって、単に基材表面に二酸化チタン結晶配向膜を形成した材料に比較して、光触媒活性を有する二酸化チタン結晶配向膜の全表面積が大巾に増大し、したがって得られる光触媒活性も著しく増大する。特に、本発

明の材料を複数使用し、必要に応じてスペーサー等を介在させて多層構造体を形成した場合には、光触媒活性を有する二酸化チタン結晶配向膜の全表面積が飛躍的に増大するので、得られる光触媒作用も一段と向上する。また、柔軟性や成形加工性を必要とする用途には網状体からなる基材を使用し、強度や剛性を必要とする用途には貫通孔を有する板状体を基板として使用する等、使用目的に応じて材料を選択することが可能であり、きわめて巾広い用途に適用することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明により網状体の表面に形成した二酸化チタン結晶配向膜の1例のSEM写真である。

【図2】図1の二酸化チタン結晶配向膜の高倍率のSEM写真である。

【図3】本発明により網状体の表面に形成した二酸化チタン結晶配向膜の他の例のSEM写真である。

【図4】図3の二酸化チタン結晶配向膜の高倍率のSEM写真である。

【図5】本発明により貫通孔を有する板状体の表面に形成した二酸化チタン結晶配向膜の1例のSEM写真である。

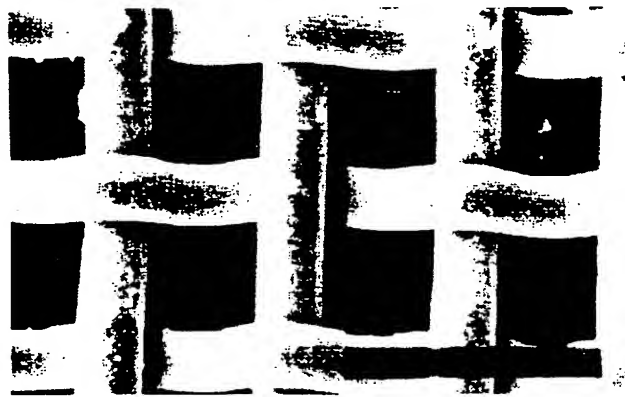
【図6】図5の二酸化チタン結晶配向膜の倍率を上げたSEM写真である。

【図7】図5の二酸化チタン結晶配向膜の倍率を更に上げたSEM写真である。

【図8】結晶の粒径分布の算出方法を説明する図である。

【図1】

図面代用写真



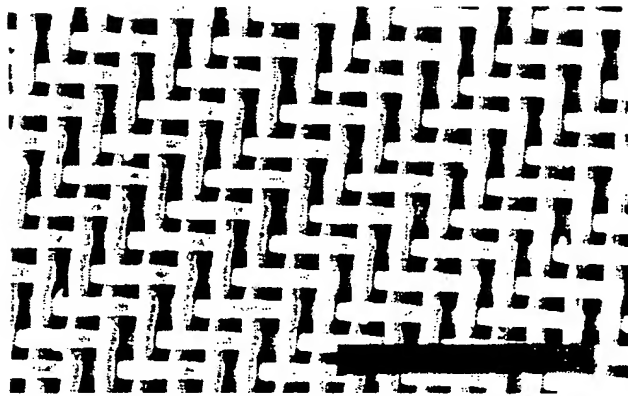
【図2】

図面代用写真



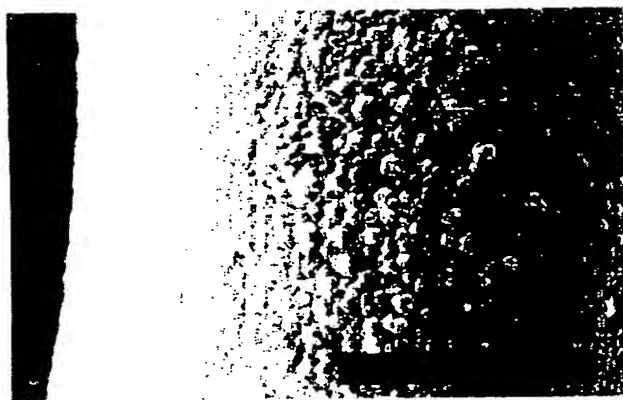
【図3】

図面代用写真



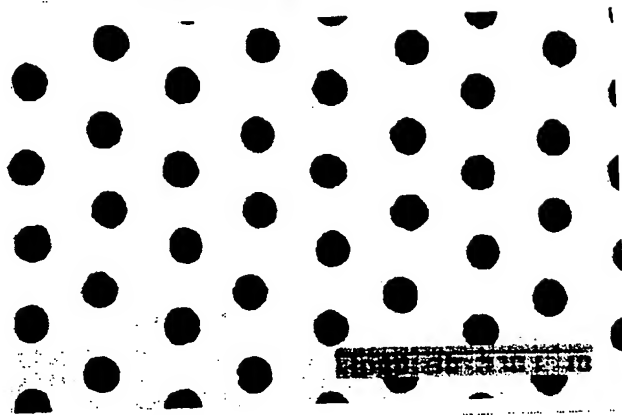
【図4】

図面代用写真



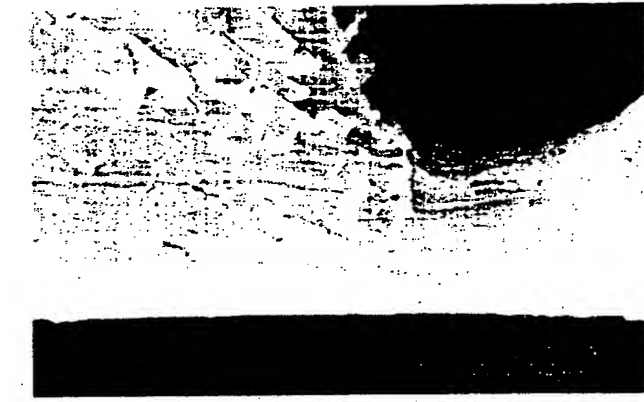
【図5】

図面代用写真



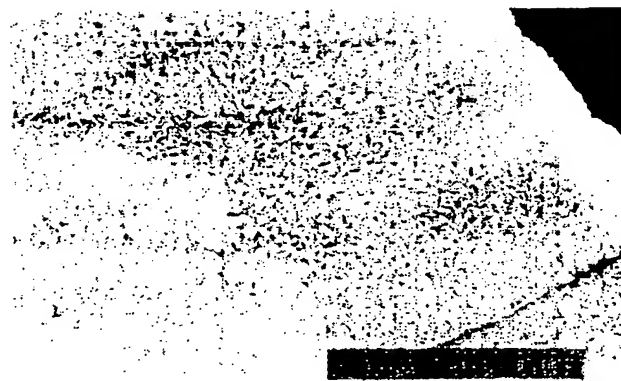
【図6】

図面代用写真

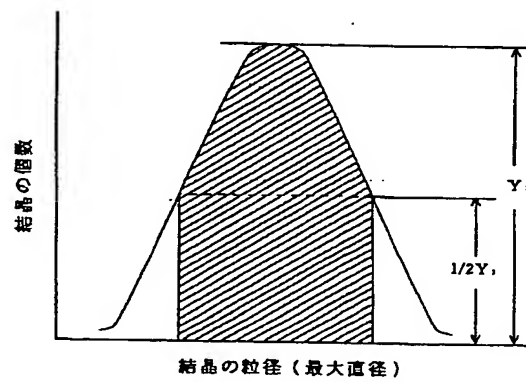


【図7】

図面代用写真



【図8】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4G069 AA03 AA08 AA11 BA04A
 BA04B BA08 BA13A BA14A
 BA17 BA22A BA48A EA08
 EB01 FB03
 4K030 BA46 BB02 BB03 BB12 CA01
 CA02 CA05 CA06 CA07 CA08
 CA17 LA01 LA11 LA24